



Mikroskopie

vom Rasterkraft bis zum Fluoreszenzmikroskop

Cluster Schulwettbewerb Nanotechnologie 2023

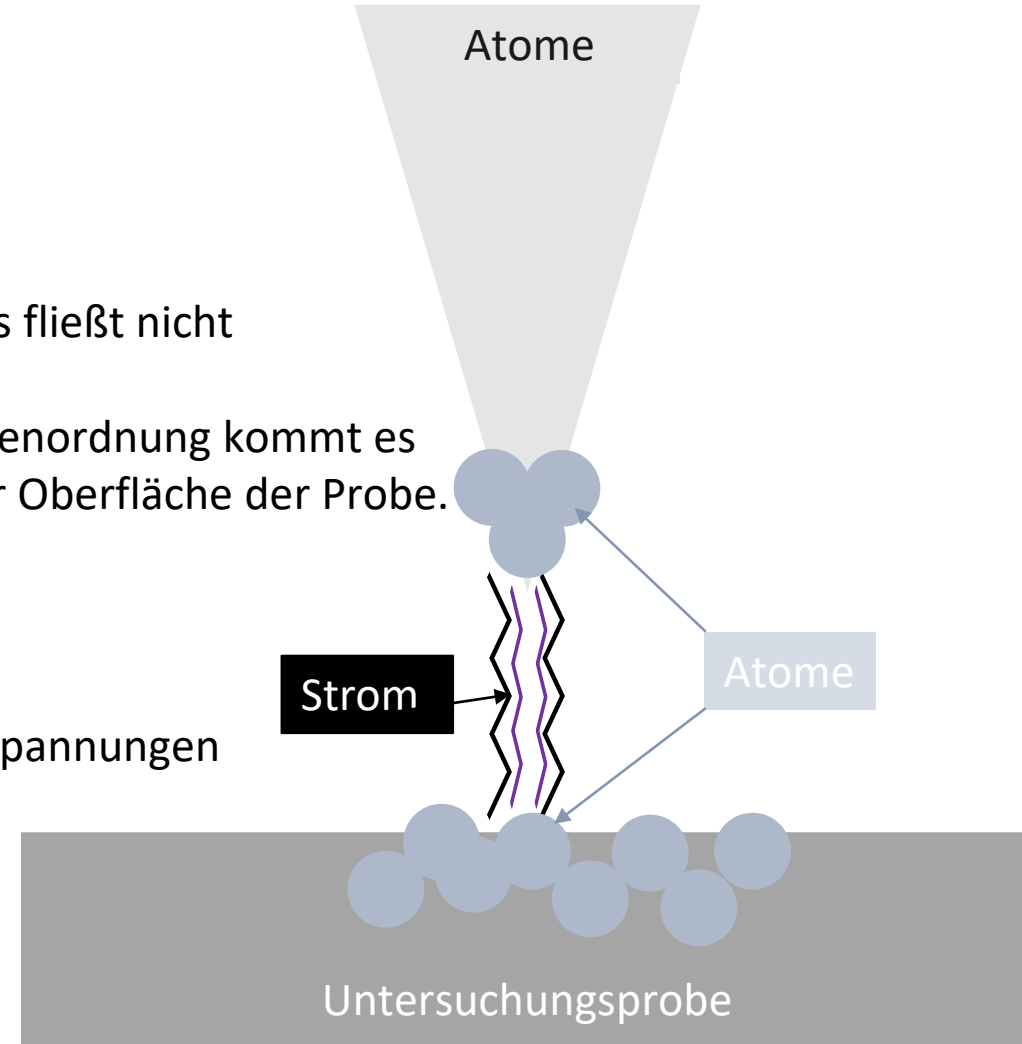
Rastertunnelmikroskop (Scanning Tunneling Microscope, STM)

Elektrisch leitende Spitze fährt systematisch
in einem Raster über die
Untersuchungsprobe

Durch Luft oder Vakuum wird die Spitze isoliert und es fließt nicht
kontinuierlich Strom.

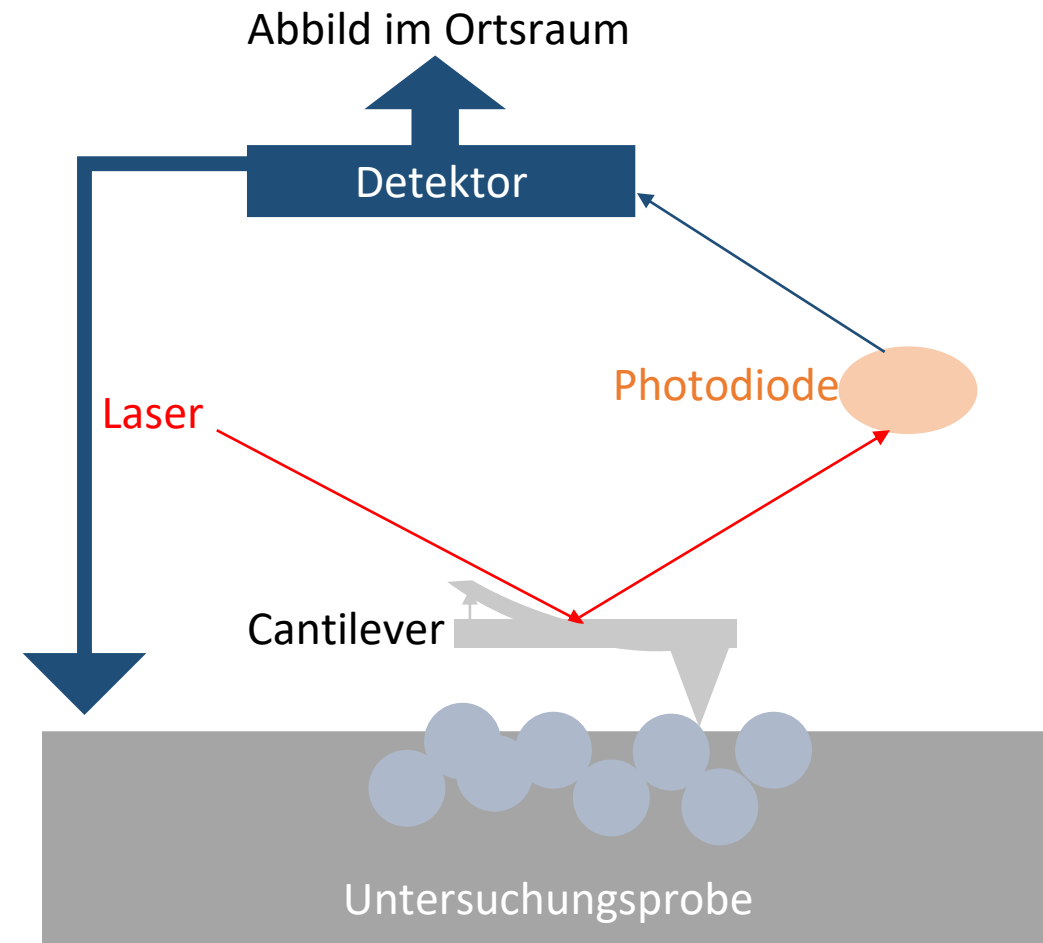
Bei Annäherung an die Oberfläche auf atomarer Größenordnung kommt es
zu einer Überlagerung der Orbitale von Spitze und der Oberfläche der Probe.

Dadurch steigt die Wahrscheinlichkeit eines
Elektronenaustausches der Atome über 0 und kleine Spannungen
führen zur Entstehung eines Tunnelstroms.



Rasterkraftmikroskop (Atomic Force Microscope, AFM)

Messung durch "tip" auf Cantilever
Die Nadel wird systematisch in einem Raster auf die
Oberfläche gepresst.
Verbiegung durch atomare Kräfte
=>Kraftabmessung mit einem Laserstrahl



Lichtmikroskopie

Vergrößerung von Bilder erfolgt gemäß den Gesetzen der Optik unter Ausnutzung von Lichtbrechung an Glaslinsen
Das Licht wird am Objekt gebrochen, gebeugt oder reflektiert
Das Auflösungsvermögen ist von der Wellenlänge abhängig
Kurzwelliges, blaues Licht wird weniger stark gebeugt, als langwelliges, rotes Licht, daher kann mit kurzwelligen Licht eine bessere Auflösung erreicht werden

Auflösungsvermögen = $n.A. / 0,61 \times \lambda$

(n.A.= numerische Apertur: Auflösungsvermögen des Objektivs)

Auflösungsvermögen = $1/d$ d = Abstand zwischen 2 Punkten

λ = Wellenlänge des Lichts in Linienpaaren pro Millimeter)

Abbekriterium: Unterscheidungsgrenze für ein Mikroskop wird niemals über den der halben Wellenlänge des blauen Lichts um ein nennenswertes hinausgehen

Das für den Menschen Sichtbare Licht bewegt sich in etwa zwischen 400 und 700 nm, deshalb galten 200 Nanometer lange als Grenze der Auflösung

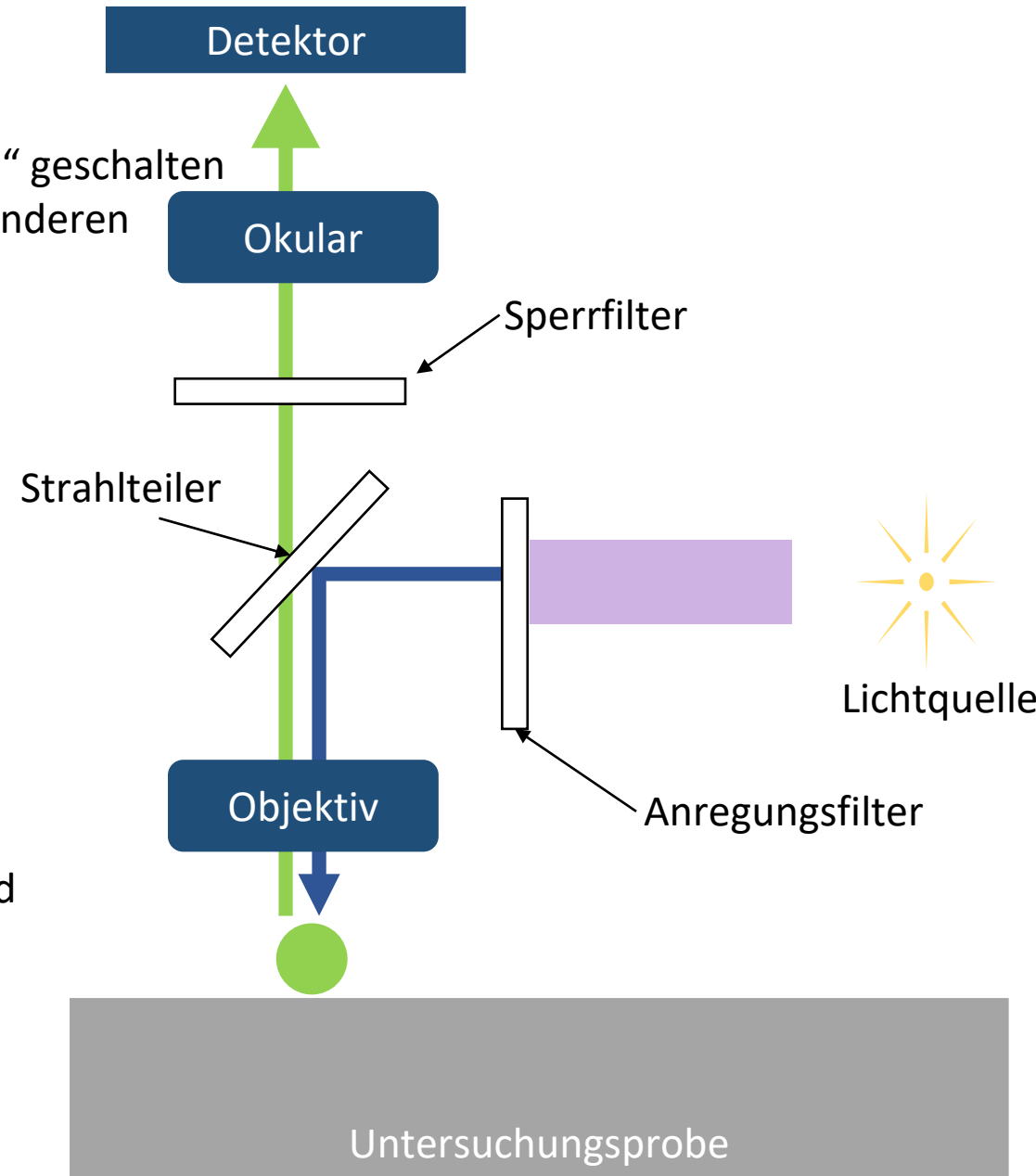
Fluoreszierende Moleküle in der Untersuchungsprobe werden von Licht einer bestimmten Wellenlänge angeregt

Fluoreszenz- mikroskop

Die Moleküle werden „an“ geschaltet und strahlen Licht einer anderen Wellenlänge aus.
=> Stokes-Verschiebung

Fluoreszenzmikroskope beinhalten auch Subkategorien wie konfokale Laserscanningmikroskopie und Multi-Photonen-Fluoreszenzmikroskopie

Das Bild wird durch Fluoreszenzlicht erstellt. Das Anregungslicht der originalen Lichtquelle wird durch den Sperrfilter bei der Bilderzeugung ausgeschlossen.



Vor- & Nachteile

Rastertunnelmikroskop

Scanning Tunneling Microscope/ STM

Vorteile

- sehr feine Messspitze wird mit hoher Genauigkeit im Bereich der Nahfeldwechselwirkung über eine Oberfläche bewegt
- kann für beliebig feste Oberflächen verwendet werden da Kraftmessung anstatt Strom
- Entstehung eines digitalen Bild (Ideal mit Atomarer & Orbital Darstellung)
- leicht zu realisierender Methode

Nachteile

- Durch Kontakt können Oberfläche und Spitze beschädigt werden => Fehlmessungen

Rasterkraftmikroskop /

Atomic Force Microscope / ATM

Vorteile

- Untersuchung von elektrischen Eigenschaften einer Oberfläche

Nachteile

- Kann nur elektrisch leitende Oberflächen abbilden

Vor- & Nachteile

Magnetkraftmikroskop

Vorteile

- Untersuchung von magnetischer Eigenschaften einer Oberfläche

Nachteile

- Kann nur elektrischleitende Oberflächen abbilden

Floureszenzmikroskop

Vorteile

- exakte Positionserkennung
- 100x schärfer als Lichtmikroskopie
- übertrifft Lichtmikroskopische Methode STED & Palmstorm um das 20-fache

Nachteile

- kann praktisch nicht nur ein Molekül abbilden
- kann genaue Position nicht erkennen

Vor- & Nachteile

Rasterkelvinmikroskop/ Kelvin Probe Force Microscope/KPFM

Vorteile

- Elektrisches Feld kompensiert wodurch elektrische Kraft immer 0 ist => ein Bild mit „realer“ Topografie
- Informationen über chemische Zusammensetzung der Oberfläche

Nachteile

- Kann nur elektrischleitende Oberflächen abbilden

Rasterelektronenmikroskop/ Scanning Electron Microscope/SEM

Vorteile

- Durch Messung von sekundär Elektronen können Informationen über die Topografie rekonstruiert
- Ionisierung durch Elektronenstrahl kann durch X-Rays chemische Zusammensetzung feststellen

Nachteile

- Kann nur elektrischleitende Oberflächen abbilden